蓄電池の更なる活用に向けた周波数制御技術に関する
実証試験の取組み結果について

２０２３年３月２２日
関西電力送配電株式会社
エリーパワー株式会社
株式会社三社電機製作所
株式会社ダイヘン
ニチコン株式会社
株式会社ＹＡＭＡＢＩＳＨＩ

関西電力送配電株式会社（以下、関西送配電）は、経済産業省資源エネルギー庁の補助事業である「令和４年度蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業費補助金（再エネ発電等のアグリゲーション技術実証事業のうち分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた実証事業）※1」に申請し、採択されました。
（２０２２年５月３０日お知らせ済み）

関西送配電を含む６社は、２０２２年１１月２９日～１２月１４日の期間にわたり、需要家が保有する蓄電池５台※2を一括制御することで、電力系統における周期の短い負荷変動に合わせて即時充放電させる実証試験を行い、本日、結果を取りまとめましたのでお知らせします。

関西送配電は、２０２１年度までに、日本電気株式会社（ＮＥＣ）と構築した、蓄電池を一括制御するための蓄電池群監視制御システム「Ｋ－ＬＩＢＲＡ※3」を用いて、複数の需要家の蓄電池を遠隔から秒単位で一括制御する試験※4に取り組んでまいりました。今回、ＧＦ相当制御※5およびＬＦＣ制御※6において、蓄電池の総出力から事前に需給調整市場システム※7に提出した基準値（調整力を供出しない場合にピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメント等として出力する計画値）を差し引いて、約定した調整力を供出できるか検証しました。

検証の結果、それぞれの制御において、蓄電池がピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメントとして制御されている時間帯においても、蓄電池のエネルギーマネジメントを阻害することなく、約定量を踏まえ蓄電池毎に出力割当を行った上、約定した調整力を供出できることを確認しました。なお、蓄電池の応動実績値は、需給調整市場の一次調整力および二次調整力①の市場要件※8を満たすことを確認できております。

関西送配電を含む６社は、引き続き分散型エネルギーリソース（ＤＥＲ）の更なる活用に向けた蓄電池の周波数制御技術の実用化に向けた技術の確立を目指し、電力の安全・安定供給および再生可能エネルギーのさらなる導入拡大によるゼロカーボン社会の実現に貢献してまいります。

※１　経済産業省が、多数のＤＥＲを束ねて(アグリゲーション)、正確に制御する技術等の実証事業を行う経費に対して、当該費の一部を助成するもの。

※２　エリーパワー株式会社が保有する家庭用蓄電池１台。
株式会社三社電機製作所、株式会社ダイヘン、ニチコン株式会社、
株式会社ＹＡＭＡＢＩＳＨＩが保有する産業用蓄電池４台。

※３　Kansai transmission and distribution's Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)の略。

※４　2019年5月22日、2020年3月25日、2021年3月22日、2022年2月25日お知らせ済み。

※５　発電機等の回転速度を一定に保つように、動力である蒸気および水量を自動的に調整する装置である調速機（ガバナ）により、系統周波数の変化に追随して出力を調整させる制御（Governor Free の略)。本試験においては、蓄電池にて計測した系統周波数を基に、蓄電池が発電機と同等の充放電制御を実施している

※６　需要予測が困難な負荷変動（数分から十数分程度の周期）に対して、検出した系統周波数に基づく中央給電指令所からの指令に応じて、電源等の出力制御をすること（Load Frequency Control の略)。本試験においては、中央給電指令所[模擬]からの LFC 信号を監視制御サーバが受信し、各蓄電池へ信号を送信することで、各蓄電池が充放電制御を実施している。

※７　需給調整市場から調整力のΔｋＷを調達するためのシステム。本来、基準値は需給調整市場システムに提出するが、今回は提出したものとして模擬的に実証を行ったもの。

※８　一般送配電事業者が需給調整市場で調達する調整力は、応動時間の速さ等によって、５つの商品区分に分けられており、一次調整力および二次調整力①とは、そのうち応動時間の速い商品区分のこと。ここで指す要件とは、第 26 回 需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

以　上

別紙：蓄電池の更なる活用に向けた周波数制御技術に関する実証試験の取組み結果について

別 紙

蓄電池の更なる活用に向けた周波数制御技術に関する実証試験の取組み結果について

２０２３年3月２２日

2022年度　DER実証試験の概要

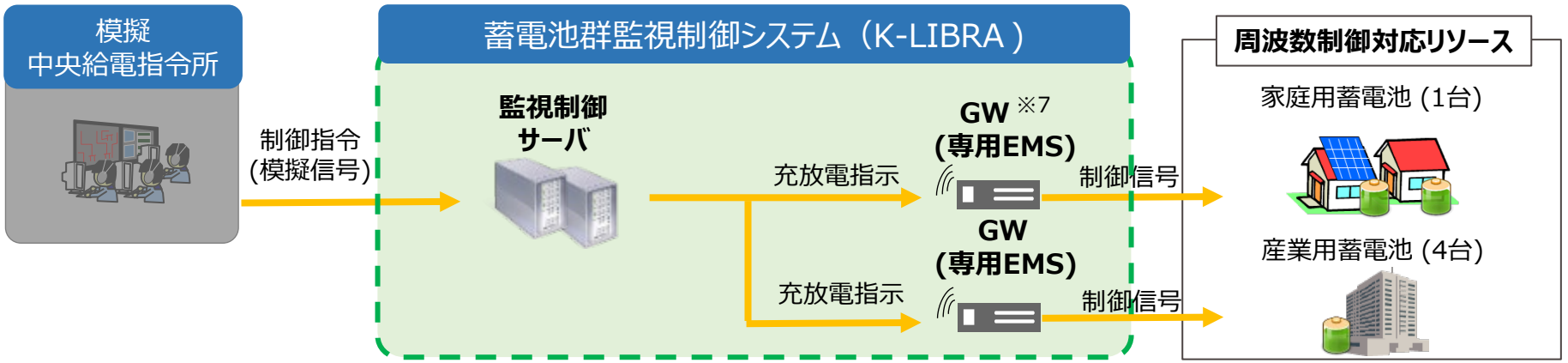
試験名称：蓄電池を活用した周波数制御技術(一次調整力および二次調整力①)に関する実証試験

試験期間：2022年11月29日～12月14日

実　施　者：関西電力送配電㈱、エリーパワー㈱、㈱三社電機製作所、㈱ダイヘン、ニチコン㈱、㈱YAMABISHI　計6社

確認項目：

- ✓ GF相当制御※1およびLFC制御※2において、蓄電池がピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメントとして制御されている時間帯でも、蓄電池のエネルギーマネジメントを阻害することなく、約定量を踏まえ蓄電池毎に出力割当を行った上、約定した調整力を供出できることを確認。
- ✓ 具体的には、蓄電池の応動実績値が、需給調整市場の一次調整力および二次調整力①の要件※3を満たすことを確認。また、市場のゲートクローズ前までに需給調整市場システム※4に提出した基準値※5と総出力の内の基準値分の出力としてK-LIBRA ※6が指示した値を一致させる制御ができることを確認。



※1：発電機等の回転速度を一定に保つように、動力である蒸気および水量を自動的に調整する装置である調速機（ガバナ）により、系統周波数の変化に追随して出力を調整させる制御（Governor Free の略）。本試験においては、蓄電池にて計測した系統周波数を基に、蓄電池が発電機と同等の充放電制御を実施している。

※2：需要予測が困難な負荷変動（数分から十数分程度の周期）に対して、検出した系統周波数に基づく中央給電指令所からの指令に応じて、電源等の出力制御をすること（Load Frequency Controlの略）。本試験においては、中央給電指令所[模擬]からのLFC信号を監視制御サーバが受信し、各蓄電池へ信号を送信することで、各蓄電池が充放電制御を実施している。

※3：第26回　需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

※4：需給調整市場から調整力のΔｋWを調達するためのシステム。本来、基準値は需給調整市場システムに提出するが、今回は提出したものとして模擬的に実証を行ったもの。

※5：調整力を供出しない場合にピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメント等として出力する計画値。

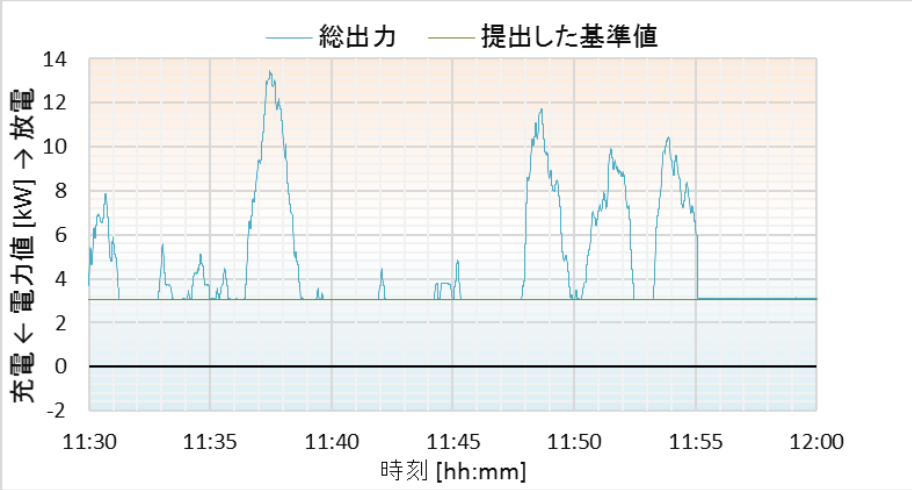
※6：Kansai transmission and distribution’s Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)の略。なお、K-LIBRAは1万台規模の蓄電池を用いた周波数制御技術を確立している。

※7：Gate Wayの略。監視制御サーバと蓄電池の通信を実現するために、需要家側に設置する端末であり、EMS（Energy Management System）とも呼ぶ。

試験結果（GF相当制御およびLFC制御の応動実績）

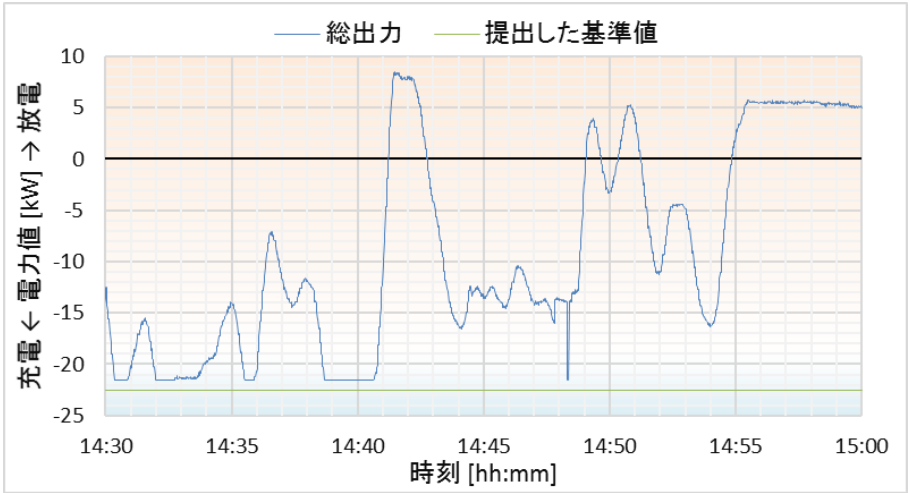
- 蓄電池がピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメントとして制御されている時間帯において、 GF相当制御として、60Hzエリアにおける２台の蓄電池にてそれぞれ周波数偏差(⊿ｆ)※1を検出し、⊿ｆを打ち消す方向の充放電を実施。
- また、 LFC制御として、 K-LIBRAサーバから３台の蓄電池へLFC制御指令を行い、それぞれの蓄電池にて充放電を実施。

● GF相当制御時における蓄電池の総出力と基準値
（ 12/14　11：30～12：00 ）



✓ **基準値を守りつつGF相当制御を行い、一次調整力を供出**

● LFC制御時における蓄電池の総出力と基準値
（ 12/ 7　14：30～15：00）



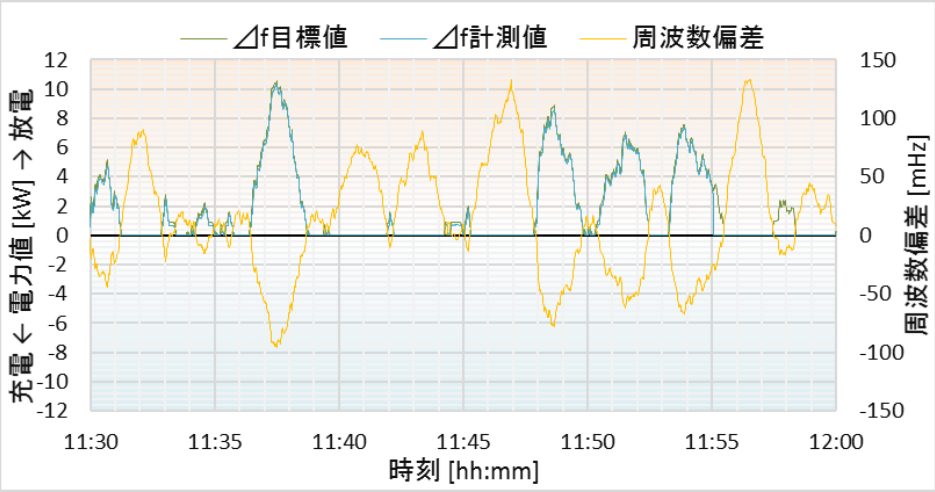
✓ **基準値を守りつつLFC制御を行い、二次調整力①を供出**

※1：各エリアにおける電力系統の周波数（50Hz/60Hz）からのずれ。

試験結果（GF相当制御のアセスメントⅡ相当評価）

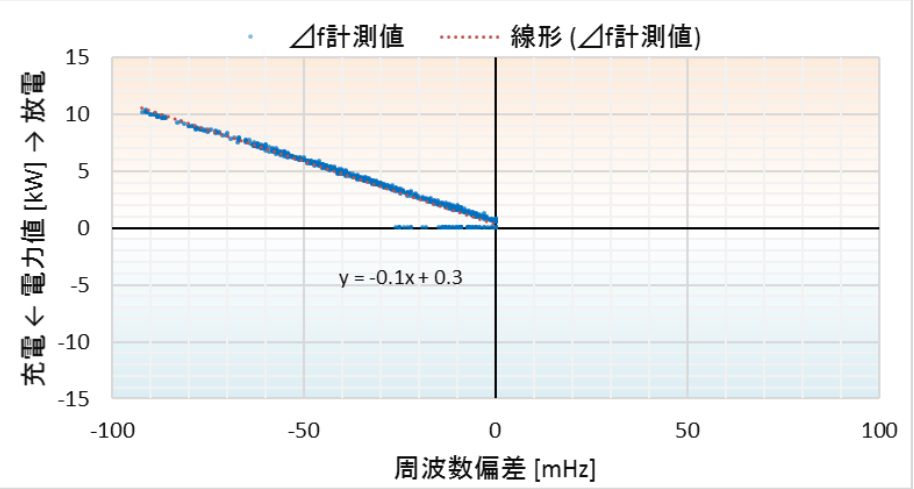
■ GF相当制御の応動実績において、蓄電池端で検出した周波数偏差に対する一次調整力の応動実績値の近似線の傾きが、本試験で設定した周波数偏差に対する出力(調定率)の傾きと同方向であり、需給調整市場の一次調整力の平常時のアセスメント要件※1を満たしていることを確認。

● GF相当制御の時間変化
（ 12/14　11：30～12：00 ）



✓ **周波数偏差に対応して動作していることを確認**

● 周波数偏差に対する応動実績値（近似線）
（ 12/14　11：30～12：00）



✓ **実績値と周波数偏差の近似線の傾きが調定率の傾きと同方向であることを確認**

✓ 蓄電池の総出力からゲートクローズ前までに需給調整市場システムに提出した基準値を差し引いた値を一次調整力の応動実績値として評価している。

✓ 計測値は蓄電池端における機器個別計測による出力結果である。

《一次調整力アセスメントⅡ相当評価》※1

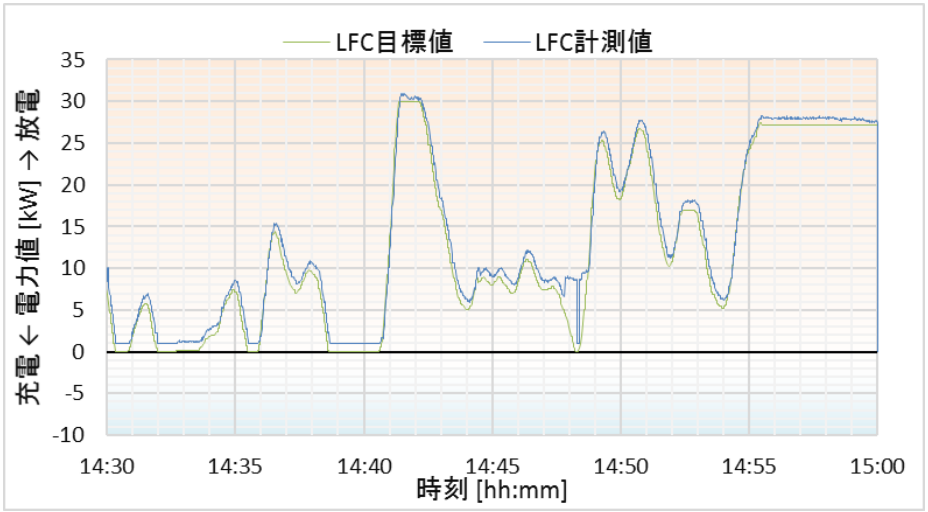
	傾き(kW/mHz)
設定値（調定率）	-0.1
実測値（近似線）	-0.1

※1：第26回 需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

試験結果（LFC制御のアセスメントⅡ相当評価）

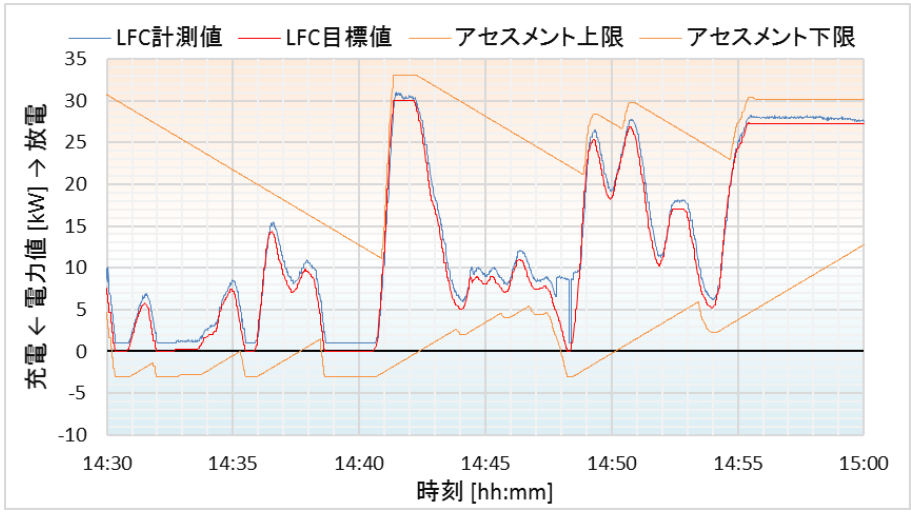
■ LFC制御の応動実績において、試験時間30分間で、1秒間隔の実測値が許容範囲内に100%※1(1,800点/1,800点)滞在しており、需給調整市場の二次調整力①のアセスメント要件※2を満たしていることを確認。

● LFC制御の時間変化
（ 12/ 7　14：30～15：00）



✓ **LFC目標値に概ね追従して動作していることを確認**
✓ **LFC計測値とLFC目標値のずれの原因は、ある蓄電池で1kW分制御がずれたため**

● 二次調整力①のアセスメントⅡ相当評価※2
（ 12/ 7　14：30～15：00 ）



✓ **アセスメント許容範囲内で動作していることを確認**
✓ **1秒間隔の実績値1,800点が許容範囲内に100%※1滞在していることを確認**

✓ 蓄電池の総出力からゲートクローズ前までに需給調整市場システムに提出した基準値を差し引いた値を二次調整力①の応動実績値として評価している。

✓ 計測値は蓄電池端における機器個別計測による出力結果である。

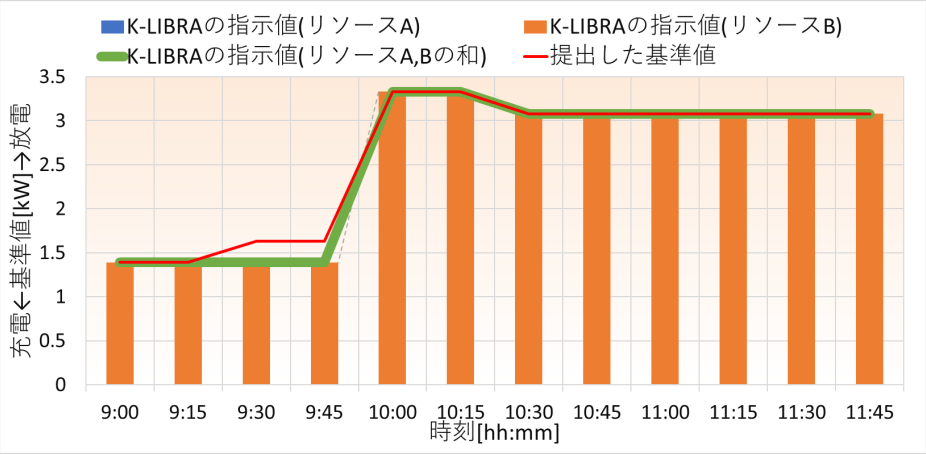
※1：需給調整市場における要件は90%以上。
※2：第26回 需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

試験結果（基準値制御）

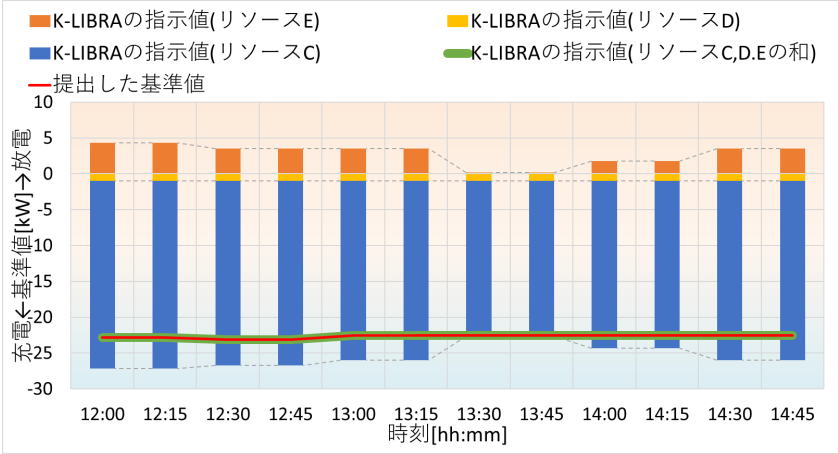
■ 基準値の制御において、市場のゲートクローズ前までに需給調整市場システムに提出した基準値と総出力の内の基準値分の出力としてK-LIBRAが指示した値を一致させる制御を実施。なお、提出した基準値とK-LIBRAが指示した値の不一致については、アセスメント上は調整力のずれとして評価される。

《需給調整市場システムに提出した基準値と総出力の内の基準値分出力の関係》

● 一次調整力を約定した商品ブロック
（12/14　9：00～12：00）



● 二次調整力①を約定した商品ブロック
（12/7　12：00～15：00）



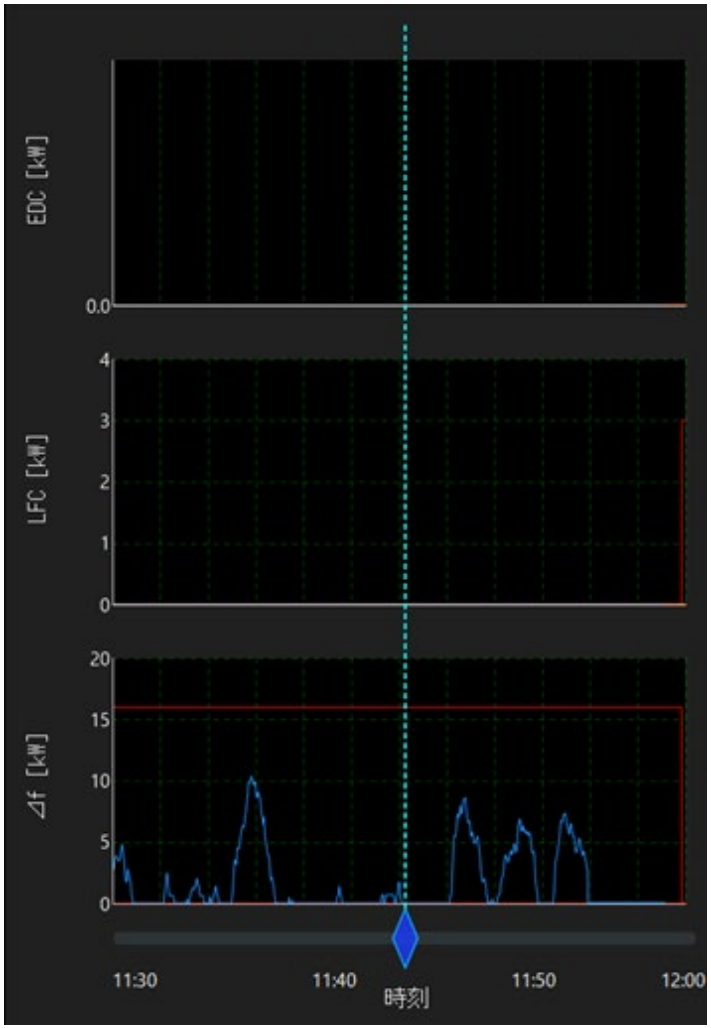
✓ 一次調整力を約定した商品ブロックでは、概ね全ての時間帯において、需給調整市場システムに提出した基準値と総出力の内の基準値分の出力としてK-LIBRAが指示した値が一致することを確認。なお、本時間帯においてはリソースAとリソースBを制御しており、リソースAの出力割当は無い状況である。

✓ 二次調整力①を約定した商品ブロックでは、全ての時間帯において、需給調整市場システムに提出した基準値と総出力の内の基準値分の出力としてK-LIBRAが指示した値が一致することを確認。なお、本時間帯においてはリソースC、リソースDおよびリソースEを制御している。

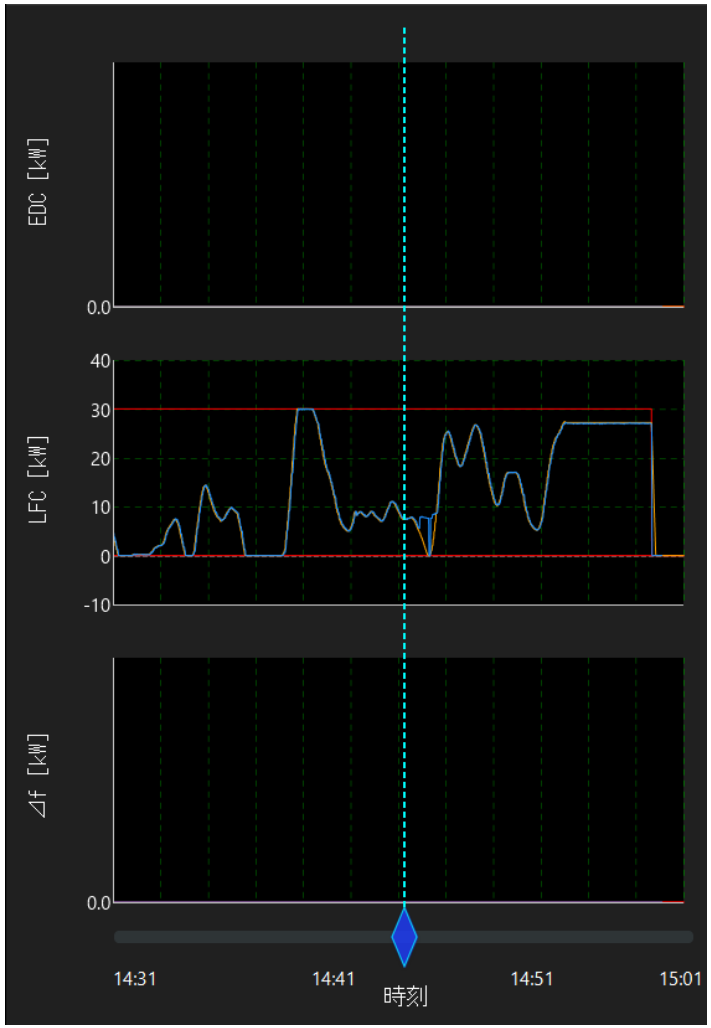
【参考】K-LIBRAの監視制御画面

■ K-LIBRAはリアルタイムに個々の蓄電池の調整力を監視、制御することが可能。

● 一次調整力の監視画面

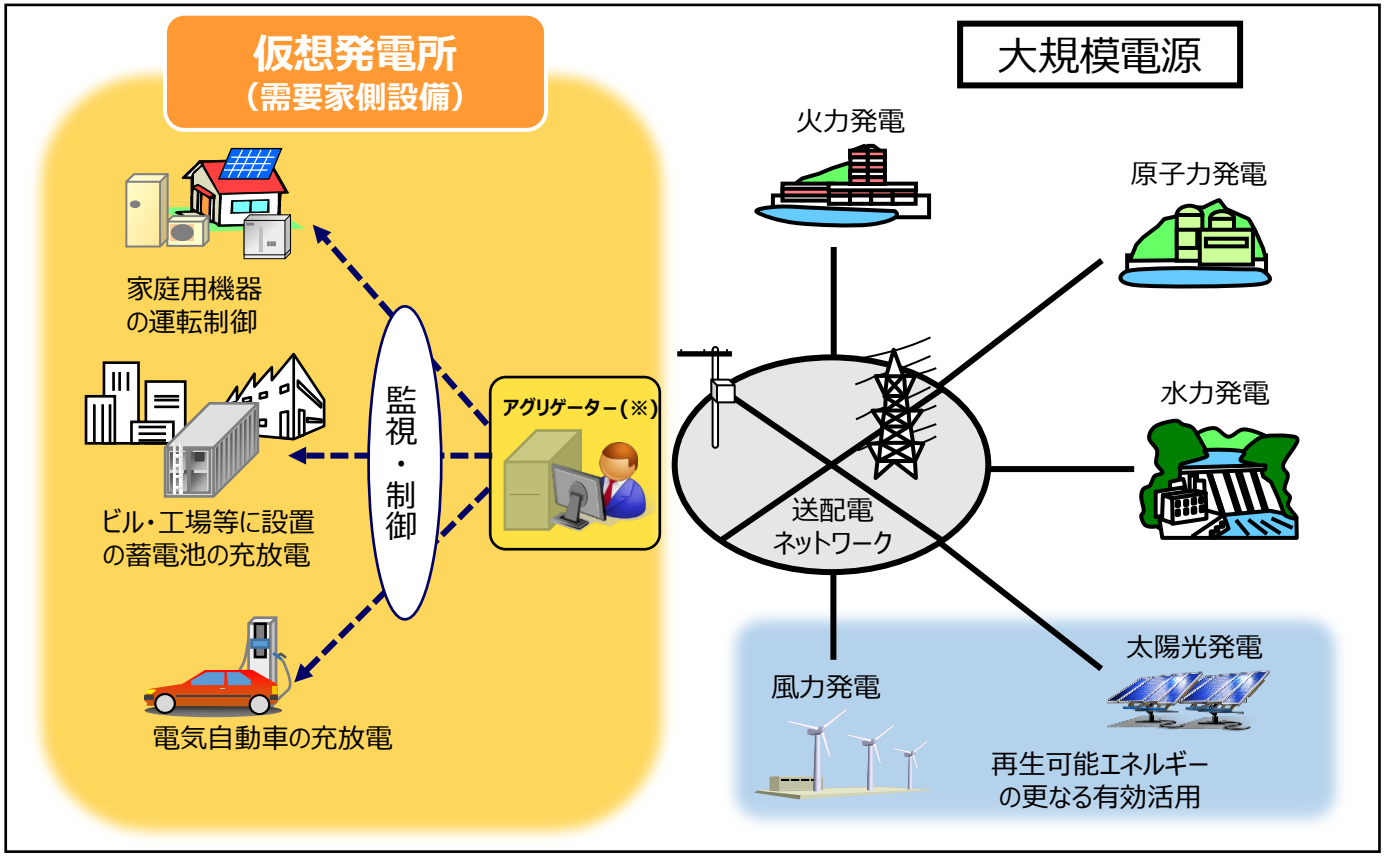


● 二次調整力①の監視画面

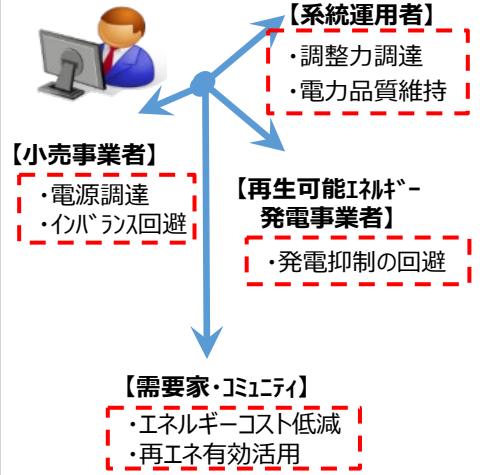


【参考】バーチャルパワープラントとは

■ バーチャルパワープラント(以下、VPP)とは、IoT技術を活用し、電力系統に点在するお客さまの機器を一括制御することにより、お客さま設備から供出いただいた需給調整力を有効活用し、あたかも一つの発電所(仮想発電所)のように機能させる仕組み。



（※）アグリゲーターは、お客さまの設備を遠隔で一括制御し、需要の抑制または創出を行うことで、小売事業者、系統運用者、再生可能エネルギー発電事業者、需要家・コミュニティ等に対して、多様なサービスを提供。



【参考】関西電力送配電※のVPPに係るこれまでの主な取組み実績 (1/2)

No.	実証時期	件名	関連企業	概要	公表日	その後の進捗（成果）
1	2017.7 ～ 2018.2	平成２９年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力(株) 富士電機(株) 他　　計５社	・２０１６年度は、アグリゲーターがエネルギーリソースを制御するために必要なシステムを構築。２０１８年度は、実フィールドでの実証を行う。	2017.7.14	ＶＰＰシステムの改良(制御精度向上)、実フィールド実証
2	2017.8 ～ 2018.2	家庭用蓄電池を活用した周波数制御技術に関する取組みの開始について	関西電力(株)	・家庭用蓄電池を活用した電力系統の安定化に活用する取組みを実施。これまで系統全体の周波数を一定に保つための需給調整力として用いていた火力発電や水力発電に加え、家庭用蓄電池を束ねて新たに需給調整力として活用するためのもので、国内では初めての取組み。多数の家庭用蓄電池を高速制御することで、需給調整力の多様化を実現するもの。	2017.7.14	蓄電池制御システム検討
3	2018.5 ～ 2019.2	平成３０年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力(株)	・２０１６年度から本実証事業に参画。これまでに、アグリゲーターが様々なエネルギーリソースを需給調整力として活用するために必要な分単位の制御システムの開発や、実フィールドでの基礎的な制御の確認を行った。２０１７年度からは、新たに周波数制御を行うためにエネルギーリソースをより速く制御する取組みを開始。２０１８年度は、分単位の制御について、更なるリソースの拡大や精度向上のためシステムを改良し、より高度な実証を行う。	2018.5.30	実フィールドのリソース拡大を図りつつ、構築したシステム性能を実証で評価
4	2019.1	蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験の実施について	関西電力(株) エリーパワー(株) (株)三社電機製作所	・関西電力が日本電気株式会社と構築した蓄電池を一括制御するためのシステム「K-LIBRA」と、遠隔から秒単位で充放電制御可能な蓄電池として三社電機が開発した産業用蓄電池およびエリーパワーが開発した家庭用蓄電池を連携させ、システムからの指令に対する蓄電池の応動時間や制御精度を検証することにより、電力系統における周期の短い負荷変動に対する蓄電池の応答性能を確認する。なお、２台の実機に加え、多数の模擬蓄電池を合わせて制御。この結果を踏まえ、２０１９年度以降、実用化に向けた技術の確立を目指す。	2018.12.17	実機の蓄電池(2台)と模擬の蓄電池(9998台）を用い、約１万台規模の蓄電池を秒単位で制御する技術を確認
5	2019.5 ～ 2020.2	２０１９年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力(株)	・本実証事業に２０１６年度から参画しており、２０１９年度は、前年度までに構築したシステムのさらなる高度化や多様なリソースへ対応し得るよう、ＶＰＰの事業化を見据えた実証を行う。	2019.5.31	システムの高度化で構築した機能を実証で確認

※2020年３月以前は、関西電力（送配電カンパニー）として公表。

【参考】関西電力送配電※のVPPに係るこれまでの主な取組み実績 (2/2)

No.	実証時期	件名	関連企業	概要	公表日	その後の進捗（成果）
6	2019.12 ～ 2020.1	蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験の実施について	関西電力(株) 他９社	・メーカーの異なる８台の蓄電池においても制御可能なのか、また、「K-LIBRA」からの指令に対する蓄電池群の応動時間や制御精度を検証することにより、電力系統における周期の短い負荷変動に対する蓄電池群としての応答性能を確認 ・需要家の蓄電池の使用状況を考慮したうえで、周波数調整力の最大化を図る運用計画機能を追加し、その効果を確認する検証等を行う。	2019. 11.29	蓄電池の出力を周波数制御とエネルギーマネジメントの目的別に切り分ける技術を国内で初めて確認。
7	2020.5 ～ 2021.2	令和２年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力送配電(株) 関西電力(株)	・２０２０年度は、リソースアグリゲーターとの連携や、インターネット回線を活用した周波数制御技術(セキュリティ対策を含む)の確立に向け取組みを実施。	2020. 6.1	システムの高度化で構築した機能を実証で確認
8	2020.12 ～ 2021.1	蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験および独自検証の実施について	関西電力送配電(株) 他１４社	・リソースアグリゲーターとの連携や、インターネット回線を活用した周波数制御技術(セキュリティ対策を含む)に関する実証試験の結果を公表。	2021. 3.22	リソースアグリゲーターとの連携や、インターネット回線を活用して周波数制御が可能であることを確認。
9	2021.12	蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験の取組み結果について	関西電力送配電(株) 他１０社	・これまでに取り組んできたGF相当制御およびLFC制御に加えて、EDC-H制御を実施した実証試験の結果を公表。	2022. 2.25	・需給調整市場の一次調整力、二次調整力①および二次調整力②の要件を満たす制御ができることを確認。 ・GF相当制御、LFC制御およびEDC-H制御が同時に制御できることを確認。
10	2022.5 ～ 2023.2	分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた実証事業への参画について	関西電力送配電(株) 関西電力(株)	・関西電力は蓄電池や電気自動車等の多種多様なリソースの獲得を図りながら、より速く高度な制御が必要とされる一次・二次調整力の市場参入に向けた技術の検証に取り組む。 ・関西送配電は蓄電池がピークカット等のエネルギーマネジメントとして制御されている時間帯において、エネルギーマネジメントを阻害することなく、需給調整力として使用可能な電力を出力できるか検証する。	2022. 5.30	システムの高度化で構築した機能を実証で確認

※2020年３月以前は、関西電力（送配電カンパニー）として公表。